Agriculture
Canada

Research Branch
Direction générale de la recherche

Technical Bulletin 1984—13E

Improved quality of retail beef through control of bacterial spoilage

Canada

The map on the cover has dots representing Agriculture Canada research establishments.

Improved quality of retail beef through control of bacterial spoilage

G. GORDON GREER
Agriculture Canada
Research Station
Lacombe, Alberta

Research Branch
Agriculture Canada
1984

Copies of this publication are available from:
Director
Research Station
Research Branch
Agriculture Canada
Lacombe, Alberta
T0C 1S0

Produced by Research Program Service

©Minister of Supply and Services Canada 1984
Cat. No. A54—8/1984—13E
ISBN 0-662-13396-X

Également disponible en français sous le titre
Prolifération des bactéries et qualité du boeuf au détail

SUMMARY

The retail case life of fresh beef is usually limited to 2 to 3 days due to the development of undesirable surface discoloration. This reduction in color acceptability has been shown to be related to the growth of psychrotrophic bacteria at the meat surface. The retailer can improve the keeping quality of beef by reducing the number of bacteria initially contaminating the meat and by controlling the growth of organisms which are present. Although the application of a rigorous program of retail sanitation will reduce the initial numbers of bacteria transferred to the meat surface the retailer has no control over the bacterial quality of carcasses or wholesale product received from the supplier. In this regard it has been shown that the level of contamination on wholesale cuts is more than one and one half times as important as retail sanitation in determining the case life of retail beef.

The nature of the retail display environment is such that beef is subjected to considerable temperature abuse resulting in limited case life. The following two practical methods of retail temperature control have been proposed 1) removal of beef from the retail case at the end of each work day and storage in a walk-in cooler overnight 2) a reduction in retail case temperature to maintain meat surface temperatures just above the freezing point. The application of these methods has been shown to result in a substantial increase in retail case life which would be economically beneficial to the retail beef industry. Also, proper retail temperature control should increase consumer satisfaction following meat purchases due to improved keeping quality in home refrigerators.

RÉSUMÉ

La durée de conservation du boeuf frais en étalage chez le détaillant se limite habituellement à deux ou trois jours en raison du brunissement progressif de la viande en surface. Il a été démontré que cette altération de la viande est causée par la prolifération de bactéries psychrotrophes en surface. Le détaillant peut accroître la durée de conservation du boeuf en réduisant le nombre initial de bactéries qui contaminent la viande et en freinant la croissance des organismes présents. Cependant, bien qu'il puisse réduire le nombre de bactéries transmises à la surface de la viande en appliquant un programme d'assainissement rigoureux, il ne peut exercer aucun contrôle sur la qualité bactériologique des carcasses ou des produits de gros qu'il reçoit du fournisseur. Il a été démontré qu'à l'égard de la détermination de la durée de conservation du boeuf en étalage le degré de contamination des morceaux de gros est plus d'une fois et demie plus important que les mesures sanitaires appliquées chez le détaillant.

Le mode d'étalage des viandes chez le détaillant est tel que le boeuf est exposé à des excès de température qui réduisent sa durée de conservation. On propose deux méthodes de contrôle de la température à laquelle est exposée la viande: soit retirer la viande du comptoir à la fin de la journée et la conserver dans une chambre froide au cours de la nuit, soit réduire la température des comptoirs à viande de façon à maintenir la surface de la viande à des températures juste au-dessus du point de congélation. Il a été prouvé que l'application de ces mesures entraîne une augmentation substantielle de la durée de conservation de la viande au comptoir ce qui serait économiquement profitable au secteur du boeuf au détail. En outre, le contrôle adéquat des températures de la viande vendue au détail devrait accroître la satisfaction des consommateurs, ces derniers obtenant en effet des viandes se conservant plus longtemps.

CONTENTS

INTRODUCTION 1

SOURCES OF BACTERIAL CONTAMINATION 1

BACTERIA AND RETAIL BEEF SPOILAGE 2

BACTERIAL GROWTH, BEEF SURFACE DISCOLORATION AND RETAIL CASE LIFE 5

CONTROL OF RETAIL BEEF SPOILAGE 7

Sanitation 7

Temperature 9

Methods of Retail Temperature Control 13

INTRODUCTION

Fresh, retail beef is conveniently displayed in illuminated, self-serve, refrigerated cabinets to facilitate consumer evaluation prior to purchase. Under these conditions, however, the quality of beef rapidly deteriorates and seldom remains acceptable for more than 2 to 3 days. It is the growth of bacteria on the meat surface which produces undesirable odors, slime, and surface discoloration making the product unacceptable to the consumer. As a consequence, if retail beef is not purchased within a relatively short time the retailer suffers considerable spoilage losses. It has recently been estimated that losses due to bacterial spoilage can be in excess of $24,000 per year for a single retail store. In view of the magnitude of these losses methods of controlling these detrimental spoilage bacteria are of prime importance to the retailer.

Although the retailer has no control over the level of contamination which accumulates during the pre-retail, primary, meat processing stages he has the potential to exert the final control on quality. Since the retailer occupies this key position it is necessary that he be knowledgeable of bacterial-induced spoilage and measures which can be applied to improve the keeping quality of retail meats. The intent of this overview is to outline the characteristics of bacteria relevant to beef spoilage and to recommend practical procedures by which bacterial growth can be retarded and retail case life substantially extended.

SOURCES OF BACTERIAL CONTAMINATION

There is sufficient evidence to conclude that the unexposed muscle tissues of healthy beef cattle are free from spoilage bacteria. However, the soiled hides, hooves and expelled faeces of slaughtered animals are the initial sources of carcass contamination throughout the various primary processing stages at the abattoir. Bacterial contamination from these sources is spread to the carcass surface via contact with knives, saws and meat handlers during carcass dressing and cooling. Increased handling during carcass breaking, the fabrication of primal and subprimal cuts and transport contributes significantly to the level of contamination. Thus, the ultimate bacterial quality of carcasses or wholesale cuts received by the retailer reflects the cumulative effects of processing contamination from slaughter to receipt at the retail store.

At the retail store, the retailer must contend with carcasses or wholesale product of unknown bacterial quality. It is unfortunate that the degree of contamination on the surface of this starting material provides a major reservoir for the bacterial contamination of the freshly exposed surfaces of retail beef. However, the retailer can, through frequent sanitization, reduce the levels of bacteria contaminating work surfaces, and the hands and apparel of meat cutters. In this regard, it has been shown that the implementation of a rigid retail sanitation program can result in an economically beneficial extension of beef retail case life. The relative contribution of wholesale and retail contamination to beef case life will be discussed further in a subsequent section.

BACTERIA AND RETAIL BEEF SPOILAGE

The presence of glucose, soluble nitrogen-containing compounds, vitamins, minerals and a high moisture content makes fresh beef a highly nutritious medium readily supporting the growth of a number of bacterial species. From the standpoint of spoilage, the bacteria of concern to the industry are those whose growth results in esthetically undesirable changes in product quality. Since fresh beef is subjected to continuous refrigeration during processing and throughout retail display, these spoilage organisms must be able to survive and grow at low temperatures. Appropriately, the term psychrotroph, meaning "cold-thriving" or "cold-increasing" has been adopted to describe species of bacteria capable of growth at 5°C and below. The predominant psychrotrophic bacteria associated with aerobically spoiled beef, other red meats and poultry are members of the genus Pseudomonas. These small rod-shaped bacteria (Fig. 1) are not harmful to man but their growth and metabolic activities at the meat surface results in discoloration, off-odors, slime formation and undesirable flavors. It should be stressed, that with the exception of extremely advanced stages of beef spoilage bacterial growth is restricted to the outer few millimeters of the meat surface. In the case of ground beef, however, spoilage bacteria are distributed throughout the product during grinding.

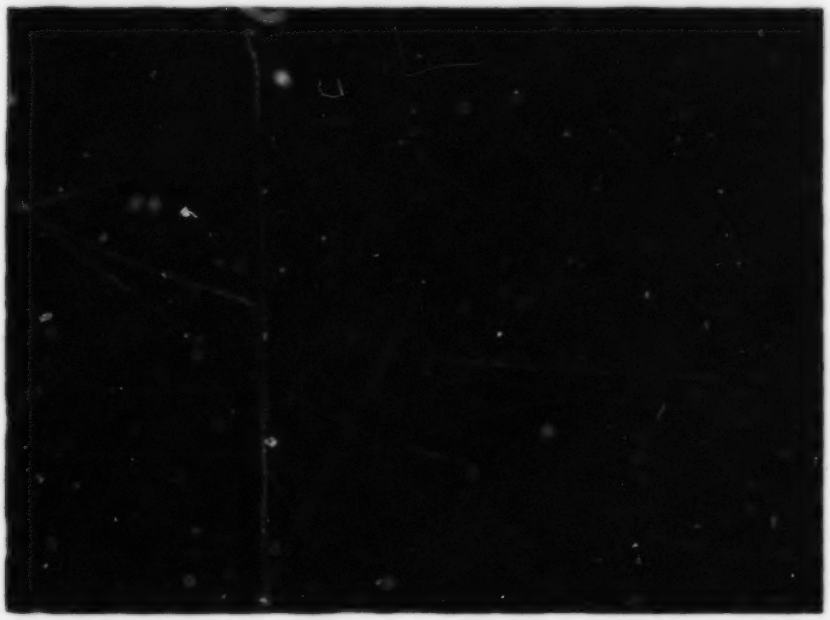

Fig. 1. These small bacteria growing on the surface of beef reduce retail case life. Bacteria were isolated from the surface of spoiled rib-eye steaks, stained and magnified 3,000 x using a light microscope.

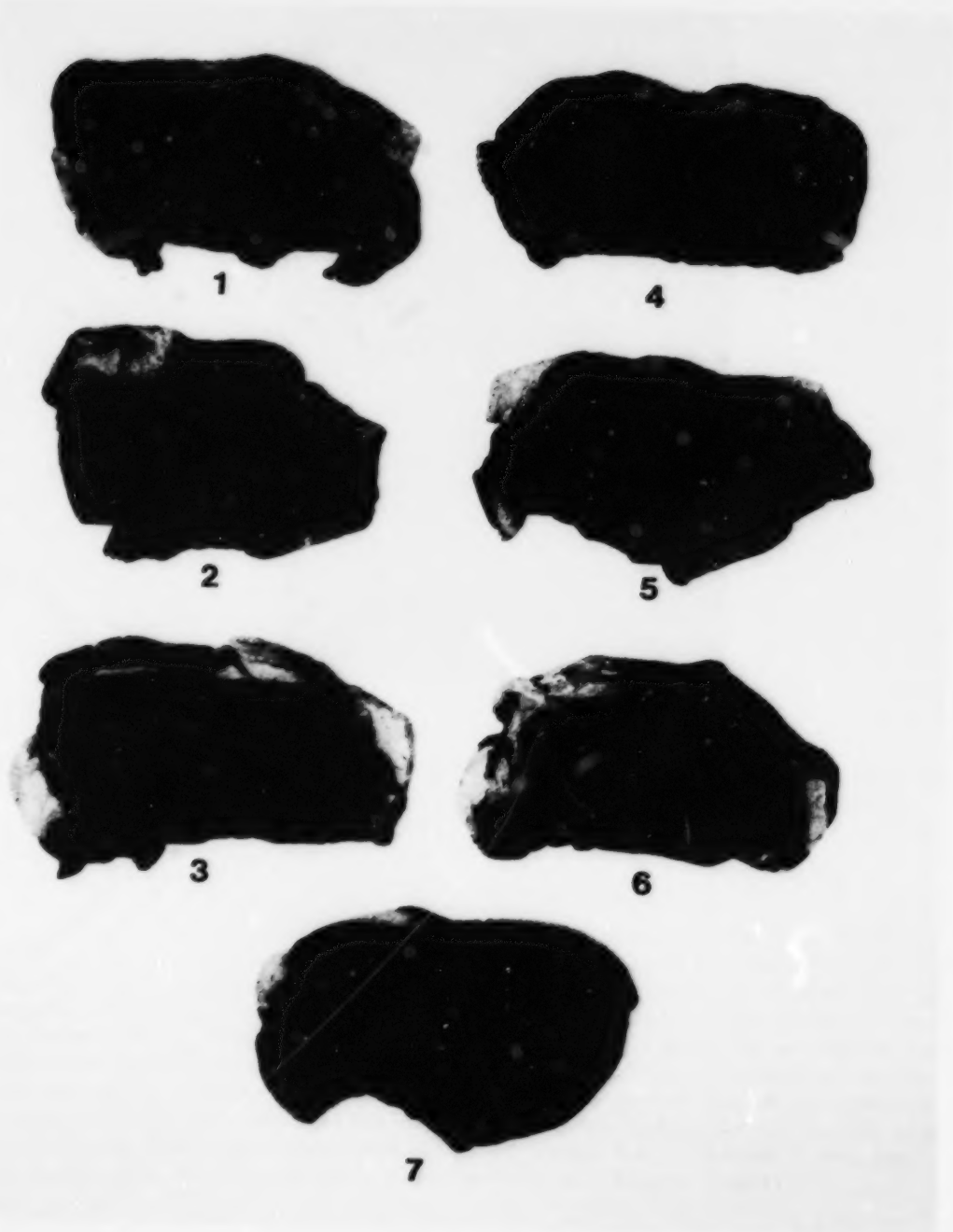

Fig. 2. The progressive increase in the undesirable brown surface discoloration on steaks results in spoilage losses.

Fig. 3. The amount of steak surface discoloration is dependent upon the number of bacteria growing on the meat surface. Bacteria appearing on the culture plates 1 to 7 were isolated from the steaks depicted in Fig. 2.1 to 2.7, respectively.

Of the bacteria-related sensory changes occurring in overwrapped, retail beef cuts, surface discoloration is the most relevant. Relative to this, it is the first alteration in product quality which becomes evident in the time course of spoilage. Off-odors, objectionable flavors and slime are not apparent until much later and odors and flavors cannot be evaluated until the meat has been purchased, opened and/or prepared for consumption in the home. Furthermore, studies have shown that color is one of the major quality attributes influencing consumer selection of retail beef. If there are significant deviations from the acceptable color of fresh beef, the meat becomes unacceptable to the consumer and the retailer incurs losses.

BACTERIAL GROWTH, BEEF SURFACE DISCOLORATION AND RETAIL CASE LIFE

In view of the importance of color to beef acceptability, the extent of bacterial-induced surface discoloration can be used as a measure of retail beef case life. As bacteria grow on the meat surface they accelerate the oxidation of meat pigments which results in a progressive deterioration of the

acceptable red color (Fig. 2.1) and the appearance of varying degrees of brown surface discoloration (Fig. 2.1 to 2.7) until the steak is completely discolored (Fig. 2.7). When the rib-eye steaks depicted in Fig. 2 were sampled, and cultured on a suitable nutrient medium and incubated for a specified period of time, small colonies of bacteria appeared (Fig. 3). Although the steak exhibiting no surface discoloration (Fig. 2.1) contains relatively few bacteria (Fig. 3.1) as the extent of steak surface discoloration increases (Fig. 2.2 to 2.7) there is a substantial increase in the number of bacteria which can be isolated from the steak surface (Fig. 3.2 to 3.7). It should be re-emphasized that the relationship between bacterial numbers and surface discoloration is based upon psychrotrophic counts obtained following incubation at 7°C for 10 days.

The number of bacteria present on the meat surface can be estimated by counting colonies on culture media such as those depicted in Fig. 3. By sampling steaks on a daily basis and determining bacterial numbers it is possible to construct a bacterial growth curve. At the same time the appearance of steaks can be evaluated by a sensory panel and scored for the extent of surface discoloration and overall retail acceptance. In the laboratory, 7-point sensory scales are routinely used to evaluate both discoloration (1 = no discoloration, 7 = complete discoloration) and retail acceptance (1 = extremely undesirable; 7 = extremely desirable). The data presented in Figs. 4 and 5 show bacterial growth, steak surface discoloration and retail acceptance for 50 rib-eye steaks displayed for up to 4 days under simulated retail conditions. Initially, it is evident that the onset and rate of steak surface discoloration closely parallels that of bacterial growth (Fig. 4).

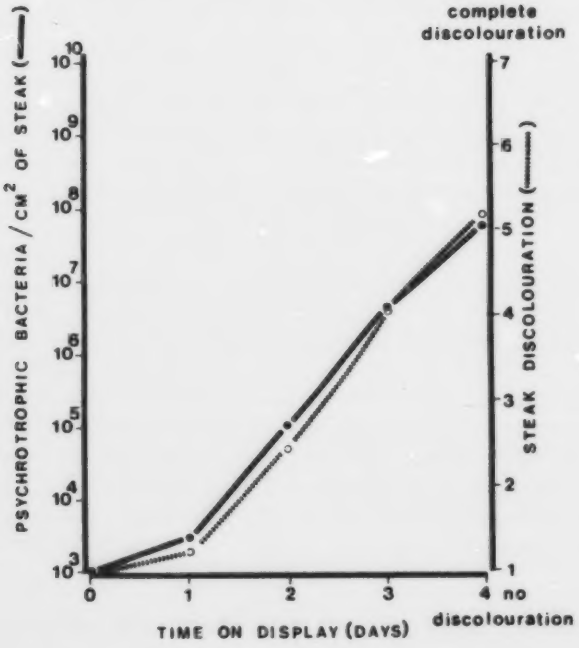

Fig. 4. The increase in the extent of steak surface discoloration (- - - - - -) closely follows the growth of bacteria on the steak surface (——) during retail display.

Furthermore, as the degree of steak surface discoloration progressively increases there is a concomitant decrease in the acceptability of retail steaks (Fig. 5). Thus, the extent of psychrotrophic bacterial-induced surface discoloration is the major factor limiting the shelf life of retail beef. Additional analyses of the data in Figs. 4 and 5 showed that if retail steaks have an initial bacterial load of about 1,000 bacteria/cm^2 they will become visually unacceptable within 2.5 days of retail display at which time bacterial numbers would approximate 1,000,000/cm^2 on the meat surface. It is noteworthy that this retail case life, determined in the laboratory, is in accordance with the 2 to 3 day case life reported under actual retail conditions.

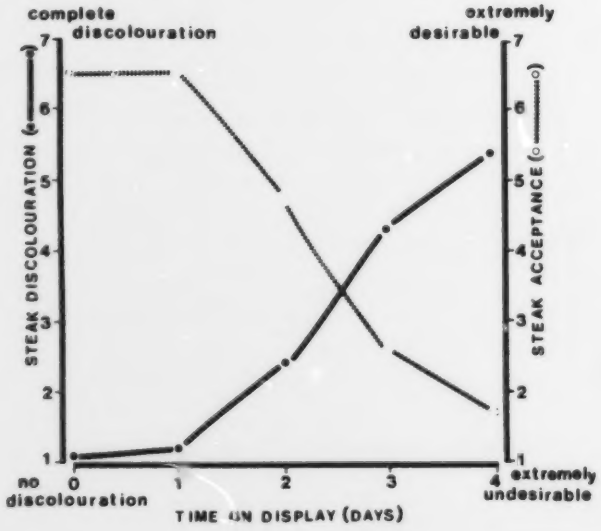

Fig. 5. The progressive decrease in the retail acceptance of steaks (▪▪▪▪▪▪▪▪▪▪▪) is due to increased surface discoloration (▬▬▬▬▬).

CONTROL OF RETAIL BEEF SPOILAGE

Sanitation

The case life of fresh beef is directly related to the initial number of psychrotrophic bacteria associated with the surface of retail cuts when they are first wrapped and placed in the retail display case. At low levels of contamination (10 bacteria/cm^2) case life will exceed 3 days, but with every 10-fold

increase in the initial bacterial load there is a corresponding two-fifths of a day decrease in case life and at bacterial loads approaching $10^8/cm^2$, case life is less than 1 day (Fig. 6). In view of this, the retailer must frequently sanitize knives, saws, cutting tables, grinders and the floors and walls of the cutting area to reduce the numbers of bacteria, transferred to the meat during the processing of retail cuts. The repeated use of suitable germicidal hand washes is also recommended to reduce the microflora associated with the hands of meat cutters. Actual retail store case studies have shown that an economically beneficial increase in meat case life can result from the application of a rigid sanitation program at the retail level.

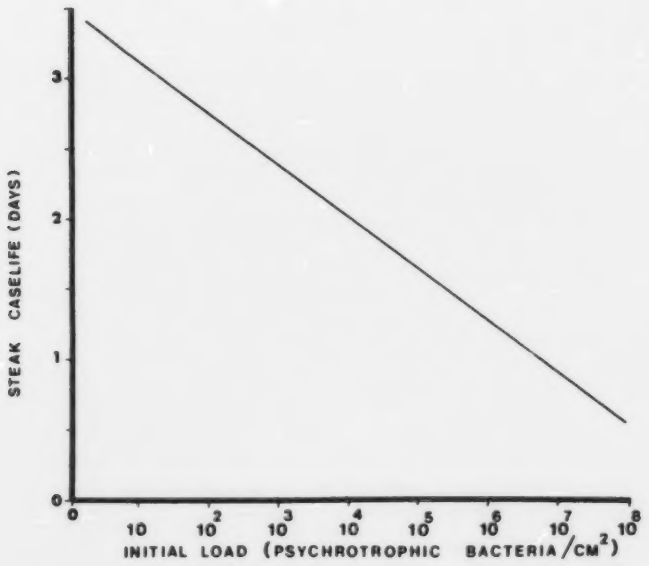

Fig. 6. As the number of psychrotrophic bacteria initially contaminating steaks increases there is a decrease in retail case life.

As cited earlier, an additional source of contamination for retail beef cuts is the surface of carcasses and wholesale product received by the retailer. The retailer has no control over the bacterial quality of this starting material and bacteria are readily transferred to the freshly cut meat surfaces during the fabrication of retail cuts. In the laboratory, studies were designed and conducted to determine the relative contribution of wholesale and retail contamination to the retail case life of rib steaks. This was accomplished by selecting wholesale ribs with varying degrees of surface contamination and fabricating rib-eye steaks using extremes of retail processing sanitation. The results

showed that a much greater amount of the variability in steak case life could be attributed to wholesale rib bacterial counts (45%) than the level of bacterial contamination on retail processing equipment (25%). In addition, wholesale rib contamination was found to be more than one and one half times as important as retail sanitation in determining retail beef case life. These findings do not negate the necessity of hygienic retail processing, but rather stress the need for improved sanitation throughout all levels of pre-retail processing. Conceivably, a conscientious retailer, employing strictly hygienic processing procedures, could fabricate retail cuts of inferior bacterial quality and reduced case life as a consequence of highly contaminated wholesale product.

The results of these laboratory simulated retail processing experiments also allows the derivation of an equation which should have practical application in predicting the retail case life of beef:

Retail Case Life = 3.97 - 0.19 (log bacteria/cm^2 on wholesale ribs)
-0.14 (log bacteria/cm^2 on retail processing equipment)

The numbers of bacteria determined on the surface of ribs and retail equipment are converted to common logarithms prior to applying the equation.

With knowledge of the level of retail sanitation and the bacterial quality of meat received by the retail outlet, retail case life could be predicted. Furthermore, this predictive equation would give the retailer some basis for quality control. Relative to this, by determining the retail case life of beef and the level of retail processing sanitation the above equation could be used by the retailer to assess the bacterial quality of product received from different suppliers. Subsequent beef purchases could then be directed towards suppliers providing product with lowest bacterial counts.

Temperature

Once retail beef cuts are overwrapped in the routinely used polyvinyl films and placed on display in the retail case, no further bacterial contamination is possible. At this point, it is the rate at which the resident bacteria grow that determines case life. Of the factors influencing bacterial growth, temperature is the most critical. Although beef spoilage bacteria are capable of growth, at a limited rate at 0°C, their growth rate increases rapidly with small increments in temperature and becomes optimal at about 25°C. The growth rate of a typical beef spoilage bacteria can double as the temperature of incubation increases from 1 to 5°C and can triple with a further increase to 10°C. Increased bacterial growth means reduced case life. In Fig. 7, the importance of temperature to the retail case life of rib steaks is clearly illustrated. Although at steak temperatures approaching 0°C a retail case life of about 8 days can be achieved, for each 1°C increase in temperature there is a coincident 0.63 day decrease in case life.

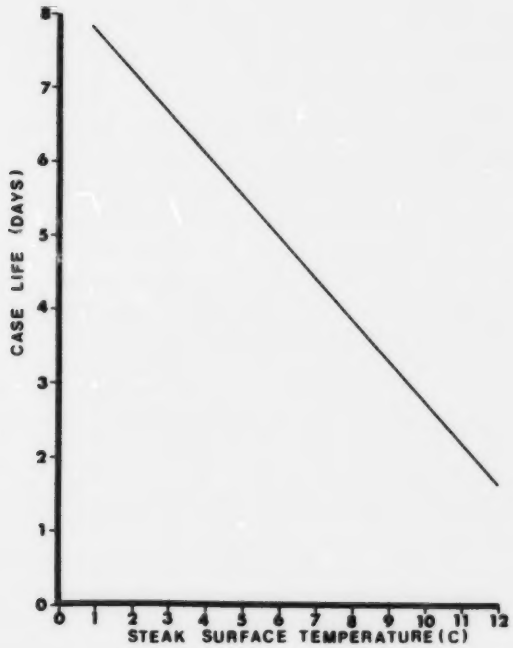

Fig. 7. The retail case life of steaks is directly related to the steak surface temperature.

Since the retail case life of beef is directly related to storage temperature a means of display is necessary which maintains low temperatures but at the same time allows visual evaluation of the cuts by the consumer. This is accomplished in most retail outlets by overwrapping beef in an oxygen permeable, polyvinyl wrap and displaying in open, refrigerated cases illuminated with sufficient lighting to enhance the meat appearance. Most display cases are horizontal or vertical, fan-assisted, convection type cabinets where air is cooled by passage over evaporator coils and then blown over the display case through ducts. The temperature of the display case is monitored by thermometers situated directly in front of the incoming blower air. In our laboratory, a commercially available, horizontal fan-assisted convection type retail case is used in studies of retail beef case life. The retail case operates at a mean blower temperature of -0.5°C and a case life of 2-3 days is usually observed for steaks on display. This temperature and case life are close to average values reported from surveys of retail outlets. Although this retail display temperature should be more than adequate for the preservation of beef quality it was noted that when steaks were stored in a walk-in cooler at a slightly higher temperature (1°C), case life was substantially extended to more than 9 days. The

deterioration in retail acceptance of steaks on retail display is compared to that of steaks stored in the cooler in Fig. 8. Clearly, the acceptability of steaks on retail display deteriorated much more rapidly when compared to those stored in a walk-in cooler. Although the appearance of steaks on display remained acceptable for only 3 days, those in the cooler were still visually acceptable after 9 days of storage. The reduced case life of retail displayed steaks was found to result from a more rapid growth of psychrotrophic bacteria on the steak surface.

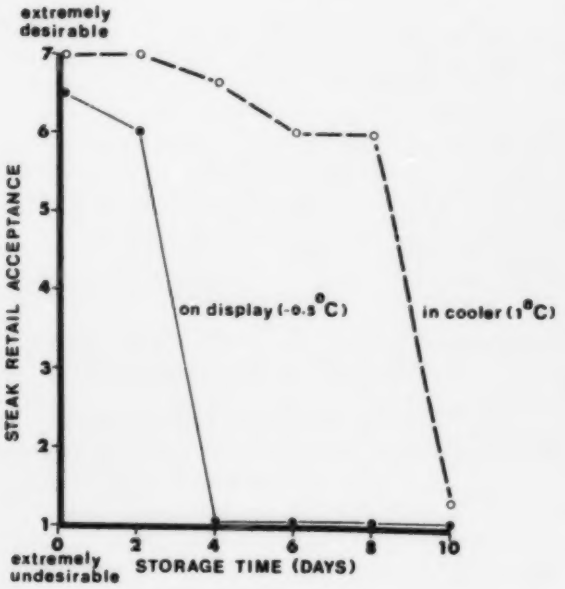

Fig. 8. When steaks are stored in a walk-in meat cooler (·——·) they remain acceptable for a longer period of time when compared to steaks in a retail display case (——).

These findings, at first glance, seem somewhat surprising since the actual temperature recorded at the retail case blower was slightly lower than that of the cooler. However, it should be stressed that retail case thermometers are a measure of the incoming blower air and do not necessarily reflect the temperature of the displayed meat. To establish the temperature of steaks, thermocouples can be used to continuously monitor fluctuations in steak surface temperature during retail display. A typical steak surface temperature profile for a 24 hour period of retail display is depicted in Fig. 9. It is immediately apparent that the actual surface temperature of steaks on retail display is

much higher than that recorded at the blower thermometer. In this particular case, the blower thermometer indicated a temperature of -0.5°C while displayed steak surface temperatures were on the average about 8°C higher (7.3°C). However, steaks stored in the walk-in cooler at 1°C did maintain a temperature of 1°C throughout the storage interval. These observations elucidate the unusual nature of the findings reported in Fig. 8. That is, the steaks stored in the walk-in cooler remained acceptable for a much longer period of time since they were maintained at a substantially lower temperature than steaks in the retail cabinet.

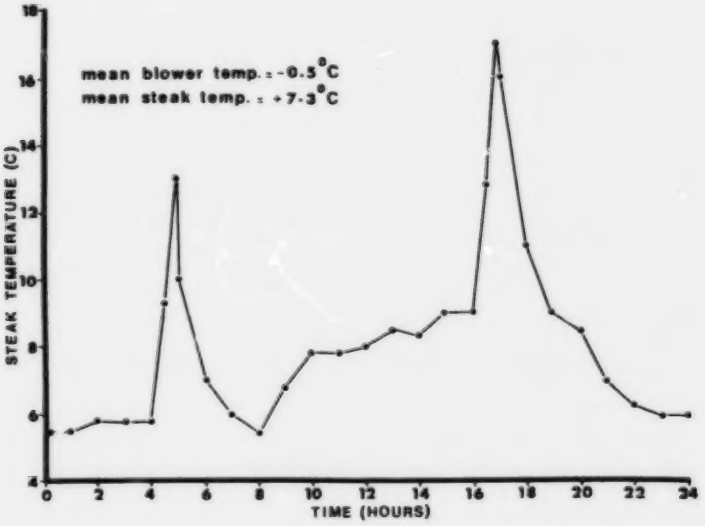

Fig. 9. The actual temperature at the surface of steaks on retail display exceeds that measured by the retail case thermometer.

In consideration of these findings one wonders as to why the temperature of beef in the retail case is excessively high and exceeds that measured by the blower thermometer. Part of the reason can be found in Fig. 9. At regular 12 hour intervals the retail case automatically defrosts and at this time steak surface temperatures can approach 17°C. Another important consideration is the intensity and duration of display illumination. The display case in the studies described herein was illuminated with 150 watt incandescent, cool-beam floodlights to give a light intensity of about 80 foot-candles at the meat surface. Lighting was automatically timed to illuminate the display case for 12 hours/day. In Fig. 9, the display case lighting was activated at hour 8 and the display case remained illuminated until hour 20. During this 12 hour period of illumination steak surface temperatures were found to be higher than in the absence of illumination. This is a type of "greenhouse effect" in that the heat produced by radiant energy is absorbed by the meat and trapped

between the polyvinyl wrap and the meat surface. Thus, although display illumination enhances the appearance of beef it is detrimental to keeping quality.

Apart from defrost cycles and illumination, other factors influencing the temperature of beef on display include fluctuations in room temperature, display case design and the position of meats within the case. For example, products located near the blower or at the bottom of a horizontal case will be cooler than those displayed farther from the blower and nearer the load line. The combined influence of these factors accounts for the large discrepancy between retail display temperature and that recorded at the surface of beef on retail display.

Although the temperature of retail beef should be maintained as close to 0°C as possible for maximum keeping quality, displayed steaks are subjected to relatively abusive temperatures and under these conditions case life rarely exceeds 2 to 3 days. Some believe, that as a result of display case design and environment it may not be possible to maintain lower storage temperatures. However, in the laboratory, two studies were conducted to evaluate methods of increasing bacterial quality and beef case life through improved temperature regulation.

Methods of Retail Temperature Control

As shown earlier, bacterial growth can be reduced and steak case life can be extended by 6 days if the meat is stored at 1°C in a cooler. However, this is not a practical method of storage since it precludes consumer evaluation of appearance which is a necessary prerequisite to purchase. The possibility of reducing the time of retail display was therefore considered. This was accomplished by removing steaks from display at the end of each work day, placing them in a cooler at 1°C and then returning product to the retail case each morning. In this manner, retail case defrosting was avoided and steaks were only subjected to the detrimental influences of the display environment for 8 hours/day. The results of these investigations are shown in Fig. 10 and 11. Initially, bacterial growth on steaks continuously displayed was compared to that on steaks limited to 8 hours of retail display/day (Fig. 10). The results showed that reducing the time of retail display reduced the rate of bacterial growth and resulted in a 100 to 1,000 fold reduction in the bacterial load. Consequently, steaks with limited periods of retail display remained acceptable for a longer period of time than steaks held continuously in the retail case (Fig. 11). Retail case life determinations revealed that case life could be extended by 2 days by overnight refrigeration in a walk-in meat cooler. These results establish a practical method by which a retailer could improve beef case life and reduce spoilage losses.

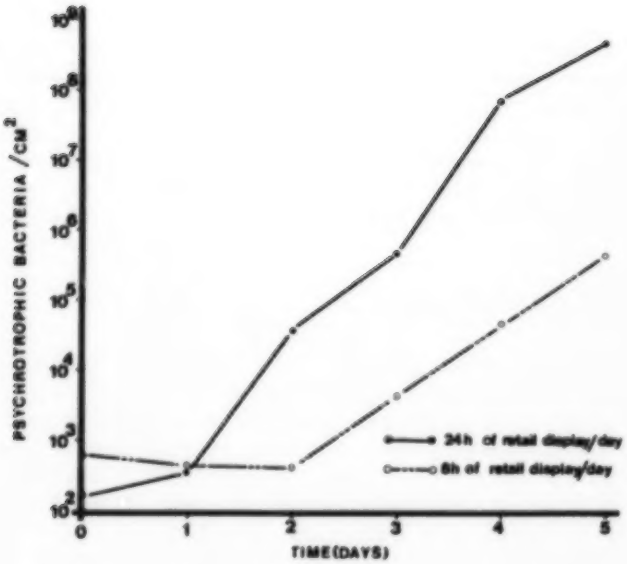

Fig. 10. When steaks are limited to 8 hours of retail display per day (- - - ———) by storage in a meat cooler overnight, psychrotrophic bacterial growth is retarded when compared to steaks remaining in the retail case (———).

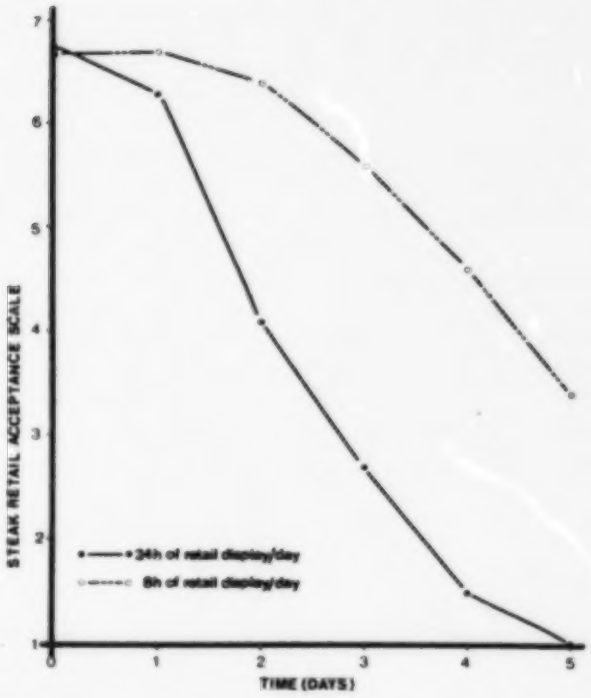

Fig. 11. When steaks are limited to 8 hours of retail display per day (- - - - - -) by storage in a meat cooler overnight, they remain acceptable for a longer period of time when compared to steaks remaining in the retail case (———).

A second approach taken was to investigate the relationship between retail case temperature, bacterial growth and steak case life in attempt to determine a retail temperature setting which would improve product quality. In this regard, it was felt that retail cases may not be operating at levels which would provide adequate temperature control of displayed product. The results of this investigation are presented in Table 1. Retail case blower temperature and corresponding steak surface temperatures were monitored at 5 distinct retail case temperature settings. Initially, it is evident that the actual retail case temperature setting is somewhat lower than that indicated by the blower thermometer (Table 1). Of more importance, the surface temperature of retail displayed steaks was on the average about 9°C higher than the temperature recorded by the blower thermometer.

Table 1. The effect of retail case temperature on bacterial growth and steak case-life. A simple adjustment of the retail case temperature setting can reduce bacterial growth and substantially improve keeping quality

Case Temperature Setting (C)	Blower Temperature (C)	Steak Temperature (C)	Bacterial Growth Rate (Generations/h)	Steak Shelf Life (Days)
-9.4	-8.6	1.9	0.09	8.2
-6.7	-5.7	4.2	0.11	6.0
-3.9	-3.6	5.3	0.14	5.6
-1.1	-0.5	7.3	0.17	3.8
+1.7	+2.0	11.8	0.28	1.9

It should be stressed, that although the retailer may maintain a completely acceptable blower temperature of 2°C, the actual temperature of the product is closer to 12°C. As the temperature of the blower air is reduced from +2°C to -8.6°C there is a concomitant reduction in steak surface temperature, bacterial growth and consequently a more than 6 day increase in steak case life. These results indicate that a relatively simple adjustment of blower temperature by the retailer can result in a retail case life for beef which exceeds one week. Further studies are necessary to determine whether the economic benefits of reduced spoilage losses would compensate for increased refrigeration costs.

This review has summarized the results of current research on the growth and spoilage potential of bacteria and the importance of sanitation and temperature to the bacterial quality of retail beef. The two practical methods of retail temperature control described should be of direct economic benefit to the retail beef industry by reducing spoilage losses.

Agriculture
Canada

Research Branch
Direction générale de la recherche

Bulletin technique 1984—13F

Prolifération des bactéries et qualité du boeuf au détail

Canada

Sur la couverture, les points sur la carte indiquent
les établissements de recherche d'Agriculture Canada.

Prolifération des bactéries et qualité du boeuf au détail

G. GORDON GREER
Agriculture Canada
Station de recherches de
Lacombe (Alberta)

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1984

On peut se procurer des exemplaires de
cette publication à l'adresse suivante:
Directeur
Station de recherches
Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
Lacombe (Alberta)
T0C 1S0

Production du Service aux programmes de recherche

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984
N° de cat. A54—8/1984—13F
ISBN 0-662-92767-2

Also available in English under the title
Improved quality of retail beef through control of bacterial spoilage

RÉSUMÉ

La durée de conservation du boeuf frais en étalage chez le détaillant se limite habituellement à deux ou trois jours en raison du brunissement progressif de la viande en surface. Il a été démontré que cette altération de la viande est causée par la prolifération de bactéries psychrotrophes en surface. Le détaillant peut accroître la durée de conservation du boeuf en réduisant le nombre initial de bactéries qui contaminent la viande et en freinant la croissance des organismes présents. Cependant, bien qu'il puisse réduire le nombre de bactéries transmises à la surface de la viande en appliquant un programme d'assainissement rigoureux, il ne peut exercer aucun contrôle sur la qualité bactériologique des carcasses ou des produits de gros qu'il reçoit du fournisseur. Il a été démontré qu'à l'égard de la détermination de la durée de conservation du boeuf en étalage le degré de contamination des morceaux de gros est plus d'une fois et demie plus important que les mesures sanitaires appliquées chez le détaillant.

Le mode d'étalage des viandes chez le détaillant est tel que le boeuf est exposé à des excès de température qui réduisent sa durée de conservation. On propose deux méthodes de contrôle de la température à laquelle est exposée la viande: soit retirer la viande du comptoir à la fin de la journée et la conserver dans une chambre froide au cours de la nuit, soit réduire la température des comptoirs à viande de façon à maintenir la surface de la viande à des températures juste au-dessus du point de congélation. Il a été prouvé que l'application de ces mesures entraîne une augmentation substantielle de la durée de conservation de la viande au comptoir ce qui serait économiquement profitable au secteur du boeuf au détail. En outre, le contrôle adéquat des températures de la viande vendue au détail devrait accroître la satisfaction des consommateurs, ces derniers obtenant en effet des viandes se conservant plus longtemps.

SUMMARY

The retail case life of fresh beef is usually limited to 2 to 3 days due to the development of undesirable surface discoloration. This reduction in color acceptability has been shown to be related to the growth of psychrotrophic bacteria at the meat surface. The retailer can improve the keeping quality of beef by reducing the number of bacteria initially contaminating the meat and by controlling the growth of organisms which are present. Although the application of a rigorous program of retail sanitation will reduce the initial numbers of bacteria transferred to the meat surface the retailer has no control over the bacterial quality of carcasses or wholesale product received from the supplier. In this regard it has been shown that the level of contamination on wholesale cuts is more than one and one half times as important as retail sanitation in determining the case life of retail beef.

The nature of the retail display environment is such that beef is subjected to considerable temperature abuse resulting in limited case life. The following two practical methods of retail temperature control have been proposed: 1) removal of beef from the retail case at the end of each work day and storage in a walk-in cooler overnight; 2) a reduction in retail case temperature to maintain meat surface temperatures just above the freezing point. The application of these methods has been shown to result in a substantial increase in retail case life which would be economically beneficial to the retail beef industry. Also, proper retail temperature control should increase consumer satisfaction following meat purchases due to improved keeping quality in home refrigerators.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1

SOURCES DE CONTAMINATION BACTÉRIENNE 1

PROLIFÉRATION BACTÉRIENNE ET DÉGRADATION
DU BOEUF AU DÉTAIL 2

PROLIFÉRATION BACTÉRIENNE, BRUNISSEMENT
DU BOEUF EN SURFACE ET DURÉE DE CONSERVATION
AU PRÉSENTOIR 3

MESURES CONTRE LA DÉGRADATION DU BOEUF
AU DÉTAIL 9

Mesures d'hygiène 9

Température 11

Méthodes de régulation des températures 15

INTRODUCTION

Chez le détaillant, le boeuf frais est placé dans des présentoirs libre-service, éclairés et réfrigérés afin de permettre au consommateur d'évaluer le produit avant de l'acheter. Sous ces conditions toutefois, la qualité du boeuf se dégrade très vite et sa durée de conservation ne dépasse guère deux ou trois jours. La prolifération des bactéries à la surface de la viande provoque les dégradations qui rendent ce produit inacceptable pour le consommateur, à savoir, dégagement d'odeurs, surface visqueuse et décoloration. En conséquence, si la viande bovine n'est pas achetée dans un délai relativement court, le détaillant essuie de lourdes pertes attribuables à la dégradation de son produit. Selon des estimations récentes, les pertes attribuables aux dégâts causés par les bactéries peuvent se chiffrer à au-delà de 24 000 $ par année, et ce chez un seul détaillant. Étant donné l'ampleur de ces pertes, les méthodes visant à diminuer le nombre des bactéries en cause, revêtent un caractère particulièrement important pour le détaillant.

Le détaillant n'a aucune influence sur le degré de contamination qu'atteint la viande au cours des étapes de transformation primaire. Toutefois, il peut exercer un contrôle final sur la qualité du produit. Puisqu'il détient ce rôle clé, le détaillant doit savoir reconnaître les dégâts causés par les bactéries et connaître les mesures à prendre pour améliorer la durée de conservation des viandes au détail. Le présent document a pour objet de donner un aperçu des caractéristiques des bactéries qui dégradent la viande de boeuf, de recommander des méthodes pratiques pour freiner leur croissance, et partant, de prolonger de façon substantielle la durée de conservation de la viande de boeuf en étalage chez le détaillant.

SOURCES DE CONTAMINATION BACTÉRIENNE

Les recherches concluantes ont démontré que les tissus musculaires non exposés des bovins de boucherie sains sont exempts de bactéries nuisibles. Toutefois, les peaux souillées, les sabots et les excréments des animaux abattus sont les premières sources de contamination de la carcasse au cours des diverses étapes de transformation primaire qui ont lieu à l'abattoir. Les bactéries provenant de ces sources de contamination sont transmises à la carcasse par contact avec les couteaux, les scies et les ouvriers de l'abattoir au cours des étapes de l'habillage et du refroidissement. La multiplication des manipulations au cours de la fente de la carcasse et de sa découpe en morceaux primaires et secondaires ainsi qu'au moment du transport contribuent de façon notable au degré de contamination. Ainsi, la qualité bactérienne finale des carcasses ou des morceaux de gros livrés au détaillant reflète les effets cumulatifs des souillures subies au cours de la transformation, depuis l'abattage jusqu'à la réception du produit chez le détaillant.

Le détaillant se trouve donc devant des carcasses ou des morceaux de gros dont il ne connaît pas la qualité bactérienne. Il est malheureux que les souillures à la surface de cette matière première constituent un réservoir important de contamination bactérienne pour les surfaces fraîchement exposées

des coupes de détail. Toutefois, en appliquant fréquemment des mesures d'assainissement, le détaillant peut réduire le nombre des bactéries qui contaminent les surfaces de travail ainsi que les mains et les vêtements du personnel responsable du découpage. À cet égard, des études ont démontré que l'adoption de mesures d'hygiène rigoureuses chez le détaillant peut accroître la durée de conservation des morceaux de boeuf en étalage, ce qui serait économiquement profitable au détaillant. Nous discuterons plus loin de l'importance relative de la contamination respective des morceaux de gros et de détail sur la durée de conservation du boeuf en étalage.

PROLIFÉRATION BACTÉRIENNE ET DÉGRADATION DU BOEUF AU DÉTAIL

La présence dans le boeuf frais de glucose, de vitamines, de minéraux et de composés à base d'azote soluble et la forte teneur en eau de cette viande en font un milieu de culture hautement nutritif favorable à la croissance d'un grand nombre d'espèces bactériennes. Les bactéries qui posent des problèmes au secteur sont celles dont la prolifération entraîne une altération des qualités esthétiques du produit. Comme le boeuf frais est conservé à basse température tout au long des opérations de transformation de même que dans les présentoirs des établissements de détail, ces organismes nuisibles doivent être capables de survivre et de se multiplier dans ces conditions. Ainsi, le terme psychrotrophe, qui signifie "qui peut proliférer ou se multiplier à basse température", a été pertinemment adopté pour décrire les espèces de bactéries capables de se multiplier à des températures égales ou inférieures à 5 °C. Les principales bactéries psychrotrophes associées à la dégradation aérobie du boeuf, des autres viandes rouges et de la volaille appartiennent au genre Pseudomonas. Ces petites bactéries en forme de bâtonnets (figure 1) ne sont pas dangereuses pour l'homme mais leur prolifération et leurs activités métaboliques à la surface de la viande provoquent la décoloration, des odeurs anormales, et lui donnent une apparence visqueuse et mauvais goût. Il importe de souligner qu'exception faite des cas où la détérioration du boeuf est extrêmement avancée, la prolifération des bactéries ne se fait que dans une mince couche de quelques millimètres à la surface de la viande. Pour ce qui concerne le boeuf haché toutefois, les bactéries qui causent l'altération de la viande sont distribuées dans tout le produit au cours de l'opération de hachage.

Parmi les altérations que provoquent les bactéries sur les viandes bovines emballées, le brunissement en surface est le plus digne d'attention. Il s'agit en effet de la première dégradation perceptible de la qualité du produit. Les mauvaises odeurs, le goût désagréable et le poissage n'apparaissent que beaucoup plus tard. D'autre part, les odeurs et le goût ne peuvent être évalués qu'une fois la viande achetée, déballée ou apprêtée en vue de la consommation. En outre, il ressort de certaines études que la couleur est l'une des principales qualités qui influent sur le choix du consommateur au moment de l'achat. Si ce dernier constate une différence notable en regard de la couleur qu'il considère acceptable pour le boeuf cru, il évitera d'en acheter et le détaillant essuiera des pertes.

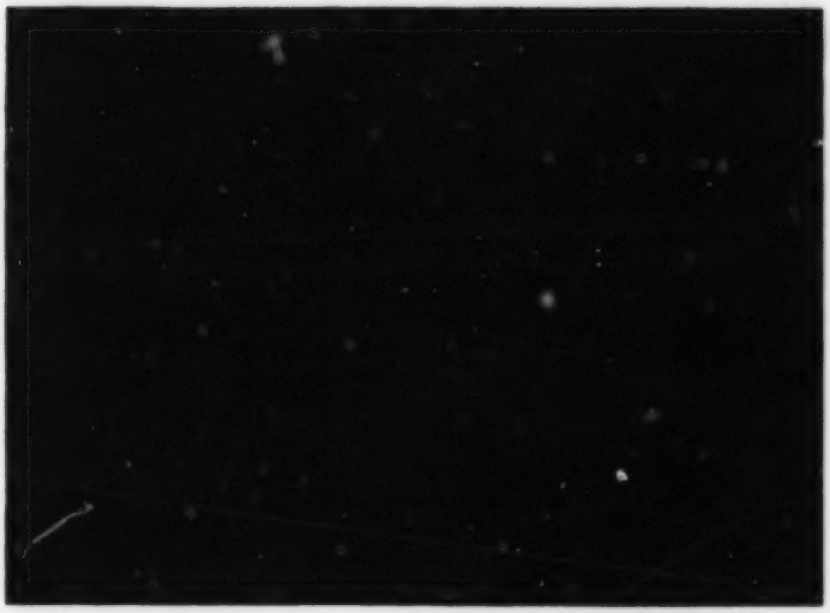

Figure 1 Ces petites bactéries qui se multiplient à la surface des morceaux de boeuf en diminuent la durée de conservation à l'étalage. Elles ont été isolées à partir de la surface de biftecks de faux-filet altérés, puis colorées et grossies 3 000 fois au microscope optique.

PROLIFÉRATION BACTÉRIENNE, BRUNISSEMENT DU BOEUF EN SURFACE ET DURÉE DE CONSERVATION À L'ÉTALAGE

Compte tenu de l'importance du critère couleur pour juger de l'acceptabilité de la viande de boeuf, le degré de brunissement en surface causé par les bactéries peut servir à mesurer la durée de conservation du boeuf en étalage dans les présentoirs à viande des détaillants. À mesure que les bactéries se multiplient à la surface de la viande, elles accélèrent le processus d'oxydation des pigments de la viande, ce qui entraîne une détérioration de sa couleur rouge (figure 2.1) et son brunissement progressif (figures 2.1 à 2.7). Des échantillons prélevés sur les biftecks de faux-filet représentés à la figure 2, ensemencés sur un milieu de culture approprié et incubés pendant une période déterminée ont donné de petites colonies de bactéries (figure 3). Le bifteck qui ne présente aucun brunissement en surface (figure 2.1) ne contient que relativement peu de bactéries (figure 3.1) mais, à mesure que progresse le brunissement de la surface (figure 2.2 à 2.7), le nombre des bactéries qui peuvent être isolées à partir de sa surface augmente rapidement (figure 3.2 à 3.7). Il importe de souligner que l'on a établi le lien entre le nombre de bactéries présentes et le degré de brunissement superficiel de la viande à partir des résultats de numérations des bactéries psychrotrophes obtenus après incubation de la culture à 7° C pendant 10 jours.

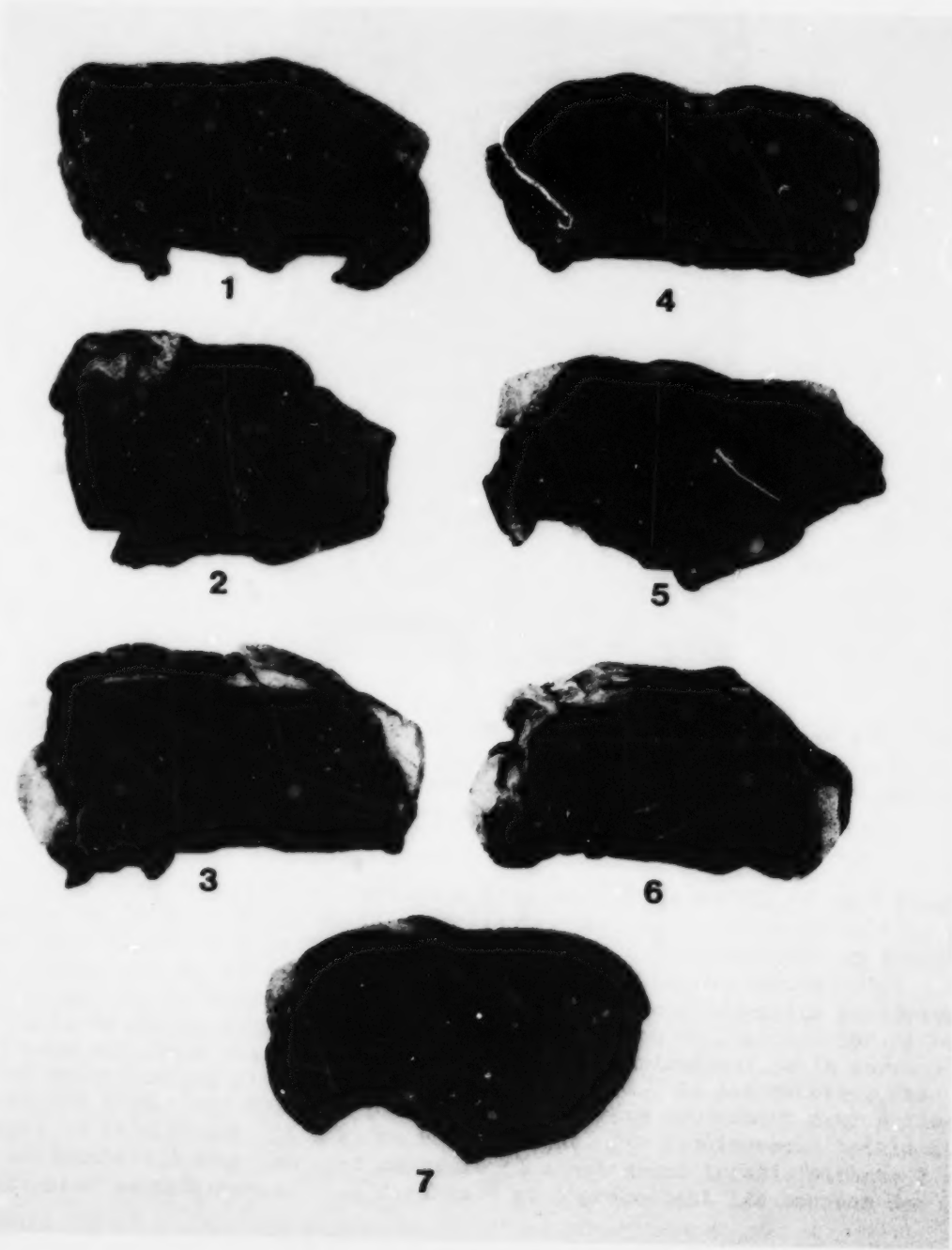

Figure 2 Le brunissement progressif des biftecks en surface entraîne des pertes pour le détaillant.

Figure 3 Le degré de brunissement de la surface du bifteck est fonction du nombre de bactéries qui y prolifèrent. Les bactéries présentent sur les plaques de culture 1 à 7 ont été isolées à partir des biftecks représentés aux figures 2.1 à 2.7, respectivement.

Le nombre de bactéries présentes à la surface de la viande peut être estimé en dénombrant les colonies présentes dans des milieux de culture tels que ceux illustrés à la figure 3. En prélevant quotidiennement un échantillon de chaque bifteck et en effectuant une numération des bactéries qu'il renferme, il est possible de tracer une courbe de prolifération bactérienne. Simultanément, un jury peut procéder à l'évaluation de l'aspect des biftecks et leur attribuer des cotes selon le degré de brunissement de la surface et leur acceptabilité globale pour les consommateurs. Au laboratoire, des échelles organoleptiques à 7 points sont utilisées couramment pour évaluer le degré de brunissement (1 = aucun brunissement, 7 = brunissement total) et l'acceptabilité pour les consommateurs (1 = nettement insatisfaisant; 7 = nettement satisfaisant). Les figures 4 et 5 présentent les données de

prolifération bactérienne, de brunissement de la surface de la viande et d'acceptabilité pour les consommateurs pour 50 biftecks de faux-filet mis en étalage pour des périodes atteignant 4 jours, dans des conditions simulant celles des présentoirs à viande des détaillants. Initialement, il est évident que le début du brunissement de la surface du bifteck et son taux de progression suivent de très près l'accroissement du nombre de bactéries (figure 4).

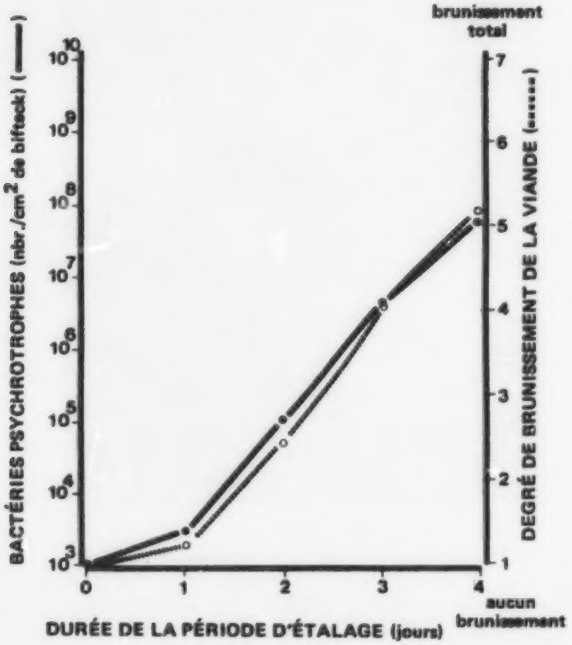

Figure 4 La progression du brunissement de la surface du bifteck (o--------o) suit de près l'accroissement du nombre de bactéries sur cette surface (●——————●) pendant la période d'étalage dans les présentoirs.

En outre, le brunissement croissant de la surface du bifteck s'accompagne d'une diminution de l'acceptabilité des biftecks pour les consommateurs (figure 5). Ainsi, le brunissement en surface causé par les bactéries psychrotrophes est le principal facteur limitant la durée de conservation à l'étalage du boeuf. D'autres analyses effectuées sur les données des figures 4 et 5 démontrent que si les biftecks vendus chez les détaillants portent au départ environ 1 000 bactéries/cm², leur aspect extérieur deviendra complètement inacceptable pour le consommateur après 2,5 jours d'étalage dans les présentoirs, le nombre des bactéries en surface atteignant à ce moment là

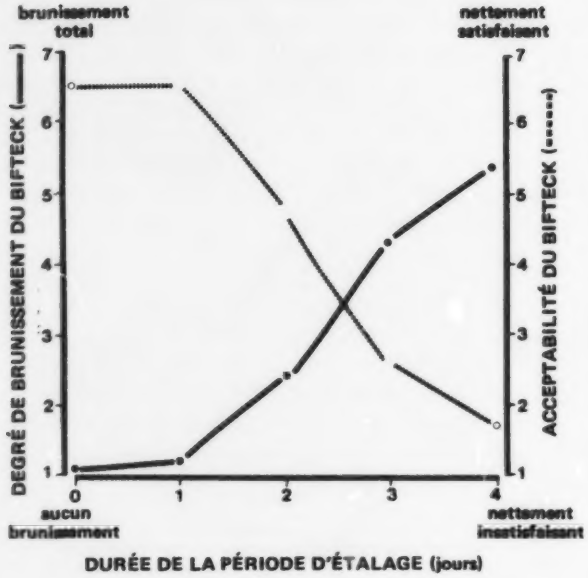

Figure 5 La diminution progressive de l'acceptabilité des biftecks (o----------o) est due à une progression du brunissement en surface de la viande (●——————●).

environ 1 million/cm². La durée de conservation à l'étalage déterminée en laboratoire est donc conforme à celle de 2 ou 3 jours effectivement observée chez les détaillants.

MESURES CONTRE LA DÉGRADATION DU BOEUF AU DÉTAIL

Mesures d'hygiène

La durée de conservation en étalage du boeuf frais dépend directement du nombre initial de bactéries psychrotrophes présentes à la surface des morceaux de détail lorsqu'ils sont emballés pour la première fois et placés dans le présentoir. Lorsque la contamination initiale est faible (10 bactéries/cm²), la durée de conservation dépasse 3 jours, mais chaque décuplement du nombre initial de bactéries provoque une diminution de la durée de vie commerciale de la viande de 2/5 de journée. Lorsque le nombre de bactéries approche les 10^8/cm², la durée de conservation est inférieure à un jour (figure 6). Par conséquent, le détaillant doit fréquemment désinfecter les couteaux, les scies, les tables de coupe, les hachoirs ainsi que les planchers et les murs de la salle de coupe afin de réduire le nombre de bactéries transmises à la viande au cours de la découpe. On recommande également aux ouvriers de la découpe de se laver fréquemment les mains avec un produit germicide afin d'en réduire la microflore. Des études menées chez les

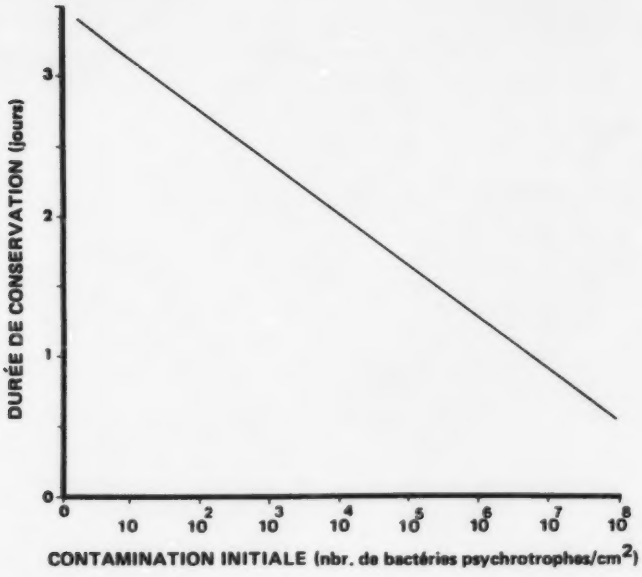

Figure 6 L'augmentation du nombre initial de bactéries psychrotrophes contaminant les biftecks provoque une diminution de la durée de conservation de la viande en étalage.

détaillants ont démontré que l'application d'un programme rigoureux d'assainissement peut entraîner une augmentation de la durée de conservation de la viande en étalage, ce qui est économiquement bénéfique aux détaillants.

Ainsi que nous l'avons souligné plus tôt, la surface des carcasses et des morceaux de gros reçus par les détaillants constitue une source supplémentaire de contamination du boeuf. Le détaillant ne peut exercer aucune influence sur la qualité bactérienne de ce matériel de base, et les bactéries présentes sur ce dernier se transmettent facilement aux surfaces des morceaux de détail fraîchement découpés. Au laboratoire, on a conçu et mené des études en vue de déterminer la contribution relative du degré de contamination des morceaux de gros et des morceaux de détail à la durée de conservation des biftecks de faux-filet en étalage dans les présentoirs à viande. Le protocole expérimental était le suivant: choisir des côtes de boeuf en pièces de gros représentant différents degrés de contamination en surface et y découper des biftecks de faux-filet dans des conditions d'hygiène variant de très laxistes à très strictes. Les résultats démontrent que la variabilité de la durée de conservation des biftecks en étalage dans les comptoirs à viande dépend davantage des numérations bactériennes sur la pièce de gros (45 %) que du

degré de contamination bactérienne du matériel de découpe (25 %) chez le détaillant. En outre, à l'égard de la détermination de la durée de conservation des morceaux de boeuf dans les présentoirs, le degré de contamination des morceaux de gros est plus d'une fois et demie plus important que les moyens d'hygiène utilisés chez le détaillant. Ces résultats ne nient en rien la nécessité d'appliquer des méthodes de transformation hygiéniques dans le secteur du détail; ils mettent toutefois en évidence le besoin d'améliorer les mesures d'assainissement à tous les niveaux du processus de transformation précédant la découpe. Il est tout à fait concevable qu'un détaillant consciencieux qui utilise des méthodes de transformation rigoureusement hygiéniques puisse préparer des morceaux de détail de qualité bactérienne inférieure dont la durée de conservation sera réduite en raison du haut degré de contamination du produit de gros.

Ainsi, à partir des résultats d'expériences en laboratoire qui simulaient la transformation au niveau du détaillant, nous avons construit une équation qui devrait pouvoir servir en pratique à prédire la durée de conservation du boeuf en étalage:

> Durée de conservation = 3,97 - 0,19 (log nbr. de bactéries/cm² sur les côtes en pièce de gros) - 0,14 (log nbr. de bactéries/cm² sur le matériel de découpe).

Le nombre de bactéries dénombrées à la surface des côtes et du matériel de découpe (morceaux de détail) est converti en logarithmes communs avant la résolution de l'équation.

Ainsi, si les deux variables de l'équation sont connues, à savoir le degré de contamination du matériel de découpe (morceaux de détail) et celui de la viande reçue des grossistes, il est possible de prédire la durée de conservation des coupes de boeuf en étalage. En outre, le détaillant peut utiliser cette équation comme élément de base du contrôle de la qualité. En effet, en déterminant la durée de conservation des coupes de boeuf en étalage et le niveau de contamination du matériel de découpe, il peut utiliser l'équation sus-exposée pour évaluer la qualité bactérienne des produits provenant des différents fournisseurs. À la lumière de ces résultats, il pourra choisir les fournisseurs dont le produit donne les plus faibles numérations bactériennes.

Température

Une fois les coupes de détail de boeuf recouvertes d'une pellicule standard de polyvinyle et placées en étalage dans le présentoir, plus aucune contamination bactérienne n'est possible. À ce stade, la durée de conservation dépend uniquement du taux de prolifération des colonies de bactéries déjà présentes. Parmi les facteurs qui influent sur la multiplication des bactéries, la température est le plus critique. Bien qu'à 0 °C, les bactéries responsables de la dégradation de la viande de boeuf ne se multiplient que lentement, le taux de croissance augmente rapidement à la moindre hausse de température et devient optimal à environ 25 °C. En effet,

le taux de prolifération de ces types de bactéries peut doubler lorsque la température d'incubation passe de 1 à 5 °C et peut tripler si la température atteint 10 °C. Tout accroissement du taux de multiplication des bactéries se traduit par une diminution de la durée de conservation au comptoir. La figure 7 illustre l'importance du facteur température dans la durée de conservation des biftecks de faux-filet en étalage dans les comptoirs à viande. Les biftecks dont les températures avoisinent 0 °C peuvent se conserver environ 8 jours dans les présentoirs, mais leur durée de conservation diminue de 0,63 jour pour chaque hausse de température de 1 °C.

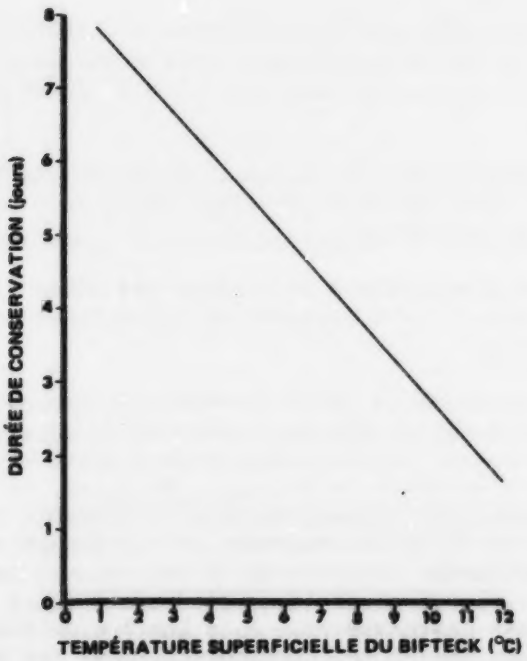

Figure 7 La durée de conservation des biftecks dans le présentoir est une fonction directe de leur température superficielle.

Puisque la durée de conservation du boeuf en étalage est directement fonction de la température d'entreposage, il est important que le mode d'étalage choisi permette à la fois le maintien de basses températures et l'évaluation visuelle des morceaux par les consommateurs. On y arrive chez la plupart des détaillants en enveloppant le boeuf d'une pellicule de polyvinyle perméable à l'oxygène et en présentant les morceaux dans des présentoirs ouverts et réfrigérés pourvus d'un éclairage suffisant, propre à rehausser l'apparence de la viande. La plupart des présentoirs sont des cabinets

horizontaux ou verticaux munis d'un ventilateur et réfrigérés par convection, c'est-à-dire que l'air est refroidi en passant sur des serpentins d'évaporation puis projeté dans le présentoir par des conduits. La température du présentoir est contrôlée par des thermomètres situés directement devant la bouche d'arrivée d'air. À notre laboratoire, pour effectuer nos études sur la durée de conservation du boeuf en étalage dans les présentoirs, nous utilisons un présentoir commercial de type horizontal muni d'un ventilateur et réfrigéré par convection. La température dans le présentoir s'établit en moyenne à -0,5 °C, et la durée de conservation des biftecks qu'il contient est habituellement de 2 ou 3 jours. Cette température de réfrigération et cette durée de conservation se rapprochent des valeurs moyennes enregistrées au cours d'études menées chez les détaillants. Bien qu'une telle température de conservation doive suffir amplement à préserver la qualité du boeuf, on constate que lorsqu'on entrepose des biftecks dans une chambre froide à une température légèrement plus élevée (1 °C), on en prolonge la durée de conservation à plus de 9 jours. À la figure 8, on compare l'acceptabilité pour les consommateurs des biftecks en étalage dans un présentoir à celle enregistrée pour les biftecks entreposés en chambre froide. Il est évident que l'acceptabilité des premiers diminue beaucoup plus rapidement que celle des seconds. Alors que l'aspect des biftecks en étalage dans le présentoir n'est demeuré acceptable que pendant 3 jours, ceux qui étaient entreposés dans la chambre froide avaient toujours une apparence visuelle acceptable après 9 jours de conservation. La durée de conservation plus courte des biftecks en étalage dans le présentoir résulterait d'une prolifération plus rapide des bactéries psychrotrophes à leur surface.

À première vue, ces résultats semblent plutôt surprenants puisque la température enregistrée à la bouche d'arrivée d'air du comptoir était légèrement inférieure à celle enregistrée dans la chambre froide. Toutefois, il importe de souligner que les thermomètres du présentoir enregistrent la température de l'air à son entrée dans le présentoir, laquelle ne correspond pas nécessairement à la température de la viande en étalage. Pour déterminer la température des biftecks, on peut utiliser des thermocouples qui permettent d'enregistrer de façon continue les fluctuations de température à leur surface pendant leur séjour en étalage. La figure 9 illustre une courbe typique des fluctuations de température à la surface d'un bifteck au cours d'une période de 24 heures dans un présentoir à viande. Il est clair que la température réelle à la surface des biftecks en étalage est beaucoup plus élevée que celle enregistrée par le thermomètre situé près de la bouche d'entrée d'air. Dans ce cas particulier, le thermomètre situé près de la bouche d'air indiquait une température de -0,5 °C alors qu'en moyenne, les températures enregistrées à la surface des biftecks y étaient supérieurs d'environ 8 °C (7,3 °C). Toutefois, les biftecks entreposés dans la chambre froide à 1 °C se sont maintenus à cette température pendant toute la durée de leur entreposage. Ces observations expliquent les résultats en apparence inexplicables que laisse voir la figure 8. La qualité des biftecks entreposés dans la chambre froide est demeurée acceptable pour une période beaucoup plus prolongée puisque ces derniers étaient maintenus à une température notablement plus basse que les biftecks en étalage dans le présentoir.

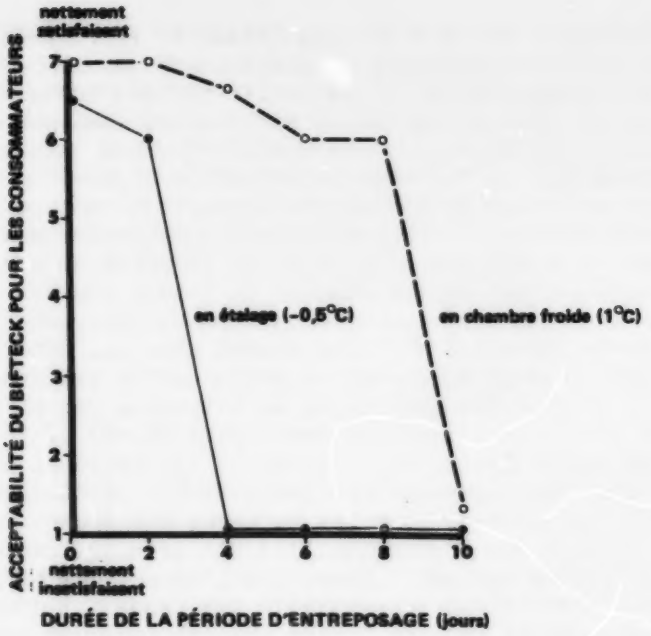

Figure 8 Les biftecks entreposés dans une chambre froide (o--------o) conservent une qualité acceptable plus longtemps que ceux en étalage dans un présentoir (o——————o).

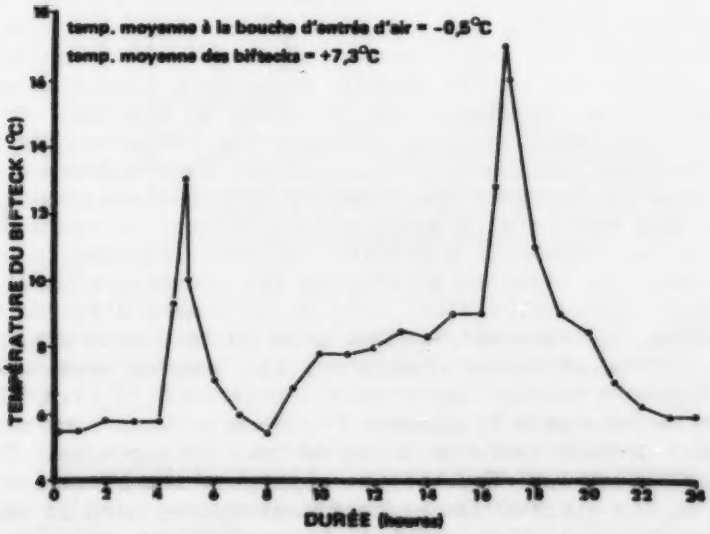

Figure 9 La température réelle enregistrée à la surface des biftecks en étalage dans un présentoir est supérieure à celle mesurée par le thermomètre du comptoir.

On peut se demander pourquoi la température du boeuf en étalage est trop élevée et pourquoi elle dépasse celle enregistrée par le thermomètre situé près de la bouche d'entrée d'air. La réponse se trouve en partie à la figure 9. À intervalles réguliers de 12 heures, le présentoir se dégivre automatiquement et, à ce moment, la température à la surface des biftecks peut approcher 17 °C. Un autre facteur important est l'intensité et la durée de l'éclairage du présentoir. Celui qui est utilisé pour effectuer les études dont il est question ici est éclairé par des projecteurs à incandescence à lumière froide d'une puissance de 150 watts qui donnent une intensité lumineuse d'environ 89 cd/pi à la surface de la viande. L'éclairage a été réglé automatiquement de façon à fonctionner 12 heures par jour. Selon la figure 9, le présentoir était éclairé de 8 h à 20 h. Au cours de cette période d'éclairage de 12 heures, les températures enregistrées à la surface des biftecks ont été plus élevées que pendant la période d'obscurité. Il s'agit là en quelque sorte d'un effet de serre: la chaleur produite par l'énergie radiante est absorbée par la viande puis se trouve enfermée entre la pellicule de polyvinyle et la surface de la viande. Ainsi, bien que l'éclairage du présentoir rehausse l'apparence du boeuf, il en diminue la durée de conservation.

Outre les cycles de dégivrage et l'éclairage, les autres facteurs qui influent sur la température du boeuf en étalage comprennent les fluctuations de la température de la pièce, la conception du présentoir et l'emplacement des morceaux de viande à l'intérieur du présentoir. Par exemple, les produits situés près de la bouche d'entrée d'air ou au fond d'un comptoir horizontal seront plus froids que ceux placés plus loin de la bouche d'entrée d'air et plus près de la surface. L'effet combiné de tous ces facteurs explique l'écart important qui existe entre la température du présentoir et celle enregistrée à la surface des morceaux de boeuf en étalage.

La température du boeuf devrait être maintenue à des températures aussi voisines que possible de 0 °C pour assurer une durée de conservation maximale. Or, les biftecks en étalage dans les présentoirs sont exposés à des températures relativement dommageables et, sous ces conditions, ne se conservent guère au-delà de 2 ou 3 jours. Certains prétendent qu'à cause de la conception du présentoir et du milieu ambiant, il ne serait pas possible de maintenir la viande en étalage à des températures plus basses. Néanmoins, au laboratoire, nous avons effectué deux études pour évaluer différentes méthodes visant à accroître la qualité bactérienne et la durée de conservation du boeuf en étalage dans les présentoirs par une meilleure régulation de la température.

Méthodes de régulation des températures

Comme nous l'avons démontré plus tôt, on peut freiner la multiplication des bactéries et prolonger de 6 jours la durée de conservation des biftecks si l'on entrepose la viande à 1 °C dans une chambre froide. Toutefois, cette méthode d'entreposage n'est pas pratique puisqu'elle empêche le consommateur d'évaluer la viande, étape essentielle précédant l'achat. On a donc envisagé la possibilité de réduire la durée d'étalage des viandes. À cette fin, on a retiré les biftecks des présentoirs à la fin de la journée de travail pour les

entreposer dans une chambre froide à 1 °C et les remettre en étalage le matin. De cette façon, les biftecks n'étaient pas exposés à la période de dégivrage et ne subissaient les effets nuisibles du présentoir que pendant 8 heures par jour. Les résultats de ces études paraissent aux figures 10 et 11. D'abord, la prolifération bactérienne sur les biftecks laissés en permanence dans les présentoirs a été comparée à celle sur les biftecks n'y passant que 8 heures par jour (figure 10). Les résultats démontrent que la diminution de la durée d'étalage de la viande entraîne une réduction du taux de prolifération des bactéries, ces dernières étant de 100 à 1 000 fois moins nombreuses. En conséquence, la qualité des biftecks dont la durée d'étalage dans les présentoirs a été limitée demeure acceptable pendant une période de temps plus longue que celle des biftecks qui sont laissés en permanence (figure 11). La détermination des durées de conservation dans les présentoirs a démontré que l'on peut les prolonger de 2 jours en réfrigérant la viande dans une chambre froide au cours de la nuit. Ces résultats représentent une méthode pratique accessible au détaillant pour prolonger la durée de conservation du boeuf en étalage dans les présentoirs et réduire les pertes dues à la dégradation de la viande.

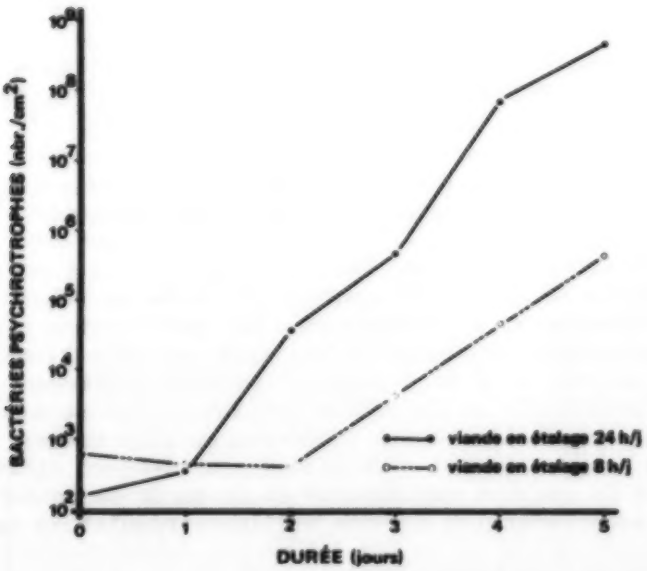

Figure 10 Lorsqu'on limite la durée d'étalage des biftecks à 8 heures par jour en les entreposant dans une chambre froide au cours de la nuit (o——--——o), la prolifération des bactéries psychrotrophes est moins rapide que lorsque l'on conserve en permanence les biftecks dans les présentoirs (o————o).

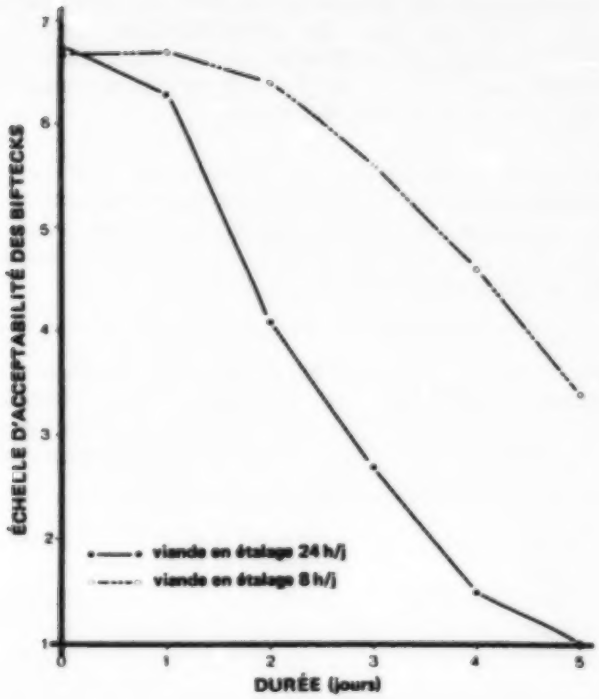

Figure 11 Lorsqu'on limite la durée d'étalage des biftecks à 8 heures par jour en les entreposant dans une chambre froide au cours de la nuit (o——--——o), leur qualité demeure acceptable plus longtemps que lorsqu'on les conserve en permanence dans les présentoirs (•———•).

Une deuxième façon d'aborder la question a été d'étudier la relation existant entre la température du présentoir, la prolifération bactérienne et la durée de conservation des biftecks en vue de déterminer à quelle température il suffirait de régler le présentoir pour améliorer la qualité du produit. À cet égard, on pensait que la température des présentoirs risquait de ne pouvoir être réglée à des niveaux qui permettent d'assurer des températures suffisamment basses pour les produits en étalage. Les résultats de cette étude sont présentés au tableau 1. La température à la bouche d'entrée d'air du présentoir et les températures correspondantes à la surface

des biftecks ont été enregistrées pour 5 réglages différents de température du présentoir. Il est à noter d'abord que la température de réglage est quelque peu inférieure à la température enregistrée sur le thermomètre situé à la bouche d'entrée d'air (tableau 1). Et, constatation encore plus importante, la température superficielle des biftecks en étalage dans les comptoirs à viande était en moyenne supérieure de 9 °C à celle enregistrée par le thermomètre situé à la bouche d'entrée d'air.

Tableau 1. Effet de la température du présentoir sur la prolifération bactérienne et sur la durée de conservation des biftecks. Un léger abaissement de la température peut réduire la multiplication des bactéries et améliorer de façon notable la durée de conservation de la viande.

Réglage du thermostat (°C)	Température à la bouche d'entrée d'air (°C)	Température du bifteck (°C)	Taux de prolifération bactérienne (générations/h)	Durée de conservation du bifteck (jours)
-9,4	-8,6	1,9	0,09	8,2
-6,7	-5,7	4,2	0,11	6,0
-3,9	-3,6	5,3	0,14	5,6
-1,1	-0,5	7,3	0,17	3,8
+1,7	+2,0	11,8	0,28	1,9

Il importe de souligner que même si le détaillant assure le maintien d'une température très acceptable de 2 °C à la bouche d'entrée d'air du présentoir, la température réelle du produit en étalage se rapproche davantage de 12 °C. À mesure que l'on diminue la température de l'air projeté dans le présentoir de +2 °C à -8,6 °C, on constate une réduction correspondante de la température à la surface des biftecks, un ralentissement de la prolifération bactérienne et, en conséquence, une augmentation de plus de 6 jours de la durée de conservation. Ces résultats démontrent que le détaillant peut augmenter de plus d'une semaine la durée de conservation du boeuf en étalage dans les présentoirs en modifiant légèrement la température à la bouche d'entrée d'air. Il faudra mener d'autres études pour déterminer si les économies découlant de la diminution des pertes dues à la dégradation de la viande peuvent contre-balancer l'accroissement des coûts de réfrigération.

Le présent document s'est voulu une synthèse des résultats des recherches en cours sur la prolifération des bactéries et leur capacité de dégrader la viande ainsi que sur l'importance des méthodes d'hygiène et du facteur température dans la détermination de la qualité bactérienne du boeuf. Les deux méthodes pratiques de contrôle de la température de la viande de boeuf décrites plus haut devraient être directement profitables sur le plan économique au secteur du boeuf de détail puisque les pertes dues à la détérioration de la viande seront réduites.